

Variación temporal de la biomasa del perifiton de *Egeria densa* Planch. en un arroyo pampeano

Adonis Giorgi^{1,2,*} y Claudia Feijoó³

¹ Programa de Ecología de Protistas-Departamento de Ciencias Básicas-Universidad Nacional de Luján. Luján, Argentina. C.C. 221, (6700) Luján, Argentina.

² CONICET

³ Programa de Investigación en Ecología Acuática-Departamento de Ciencias Básicas-Universidad Nacional de Luján. Luján, Argentina. C.C. 221, (6700) Luján, Argentina.

* Autor responsable de la correspondencia: adonis@coopenetlujan.com.ar

Recibido: 9/6/09

Aceptado: 26/3/10

ABSTRACT

Temporal variation of the periphyton biomass of *Egeria densa* Planch. in a pampean stream

The variation of the periphyton biomass descriptors (dry weight, organic weight, and chlorophyll-*a*) on *Egeria densa* is analyzed during 21 months of sampling at the Las Flores stream, a pampean stream that flows into the Lujan River. The percentage of organic matter in the periphyton samples varies between 10 and 80 %. The percentage of chlorophyll-*a* in relation to dry weight ranges from 0.10 to 3, and between 0.6 and 32 in relation to the dry organic weight. The spatial variation inside the *E. densa* stand was higher than the temporal variation. The changes in the periphytic biomass are also associated with the factors that affect the development of autotrophs and heterotrophs, such as precipitations, water velocity, temperature, and macrophyte biomass.

The periphyton is dominated by autotrophs in almost all of the cases, except after heavy rains when the proportion of heterotrophs or detritic material increases. The autotrophic component of the periphyton is reduced in high temperature months by the shading produced by the floating macrophytes on *E. densa*. The predominance of autotrophs throughout the year would allow the support of the high number of herbivorous found in the stream in other studies.

Key words: Periphyton, streams, *Egeria densa*.

RESUMEN

Variación temporal de la biomasa del perifiton de *Egeria densa* Planch. en un arroyo pampeano

Se analiza la variación de descriptores de la biomasa del perifiton (peso seco, peso orgánico, y clorofila-*a*) sobre *Egeria densa* durante 21 meses de muestreo en el arroyo Las Flores, un arroyo pampeano afluente del Río Luján. El porcentaje de materia orgánica en las muestras de perifiton varía entre 10 y 80. El porcentaje de clorofila en relación al peso seco varía entre 0.10 y 3 y entre 0.6 y 32 en relación al peso seco orgánico. La variación espacial dentro del stand de *E. densa* fue mayor que la variación temporal. Los cambios en la biomasa perifítica también se relacionan con los factores que afectan al desarrollo de autótrofos y heterótrofos tales como las lluvias, velocidad del agua, la temperatura y la biomasa de macrófitas.

El perifiton está dominado por autótrofos en casi todos los casos, excepto luego de fuertes lluvias cuando se incrementa la proporción de heterótrofos o de material detrítico. La componente autotrófica del perifiton se reduce en meses de alta temperatura por el sombreado producido por las macrófitas flotantes sobre *E. densa*. El predominio de autótrofos en el curso del año permitiría sustentar el gran número de herbívoros hallados en el arroyo en otros estudios.

Palabras clave: Perifiton, arroyos, *Egeria densa*.

INTRODUCCIÓN

El perifiton es una de las comunidades más importantes en ambientes someros y está constituido por un grupo de microorganismos (algas, hongos, bacterias y protozoos) que se desarrollan sobre superficies sólidas sumergidas tales como rocas, arenas, hojas y macrófitas (Wetzel, 1983; Romani, 2001). Según algunos autores (Cushing, 1967; Cushing *et al.*, 1983; Sacchi, 1983), el perifiton es una de las principales fuentes de producción primaria, en particular en arroyos o ambientes poco profundos y vegetados como lagunas someras. Particularmente, Hill & Webster (1982) en un arroyo de Estados Unidos estiman que la producción anual del perifiton es del 19,5 % respecto a la total del ecosistema. En tanto que Sand-Jensen *et al.* (1989) indican para un arroyo de Dinamarca con vegetación sumergida que las epífitas, al igual que las algas del fitobentos, alcanzan la máxima biomasa y producción en primavera, mientras que en verano la producción de los arroyos depende fundamentalmente de los macrófitos.

La importancia relativa del perifiton en cada ambiente puede establecerse en parte por el desarrollo de su biomasa que será favorecida por alta incidencia de radiación solar y las altas concentraciones de nutrientes (Guasch *et al.*, 1995). Otro factor que favorece el incremento de biomasa puede ser la estabilidad de la columna de agua que reduce situaciones de desprendimiento y remoción (Horner & Welch, 1981; Horner *et al.*, 1990)). Si por el contrario, hay un gran número de perturbaciones físicas, como incremento de la velocidad del agua y arrastre de sedimentos, el perifiton tendrá poco desarrollo (Stevenson *et al.*, 1996).

La región pampeana presenta una importante densidad de arroyos que se forman y discurren sobre un relieve plano con una pendiente muy escasa. Estos arroyos presentan como características comunes, el nacimiento en pequeñas depresiones de terreno, la presencia de un sustrato homogéneo de carbonato de calcio sobre el que se suelen depositar sedimentos, un desarrollo importante de macrófitos sumergidos, flotantes y emergentes y una concentración relativamente alta de nutrientes. (Giorgi *et al.*, 2005, Feijoó & Lombardo, 2007). En los arroyos pam-

peanos suelen encontrarse representadas distintas plantas sumergidas como: *Ceratophyllum demersum* L., *Elodea ernstae* St John y *Egeria densa* Planch. (Gantes, 2000). Esta última especie suele ser dominante en varios arroyos, presentando una importante colonización de perifiton (Feijoó, 2000). Pese a ello, esta comunidad ha sido poco estudiada (Claps, 1991; Giorgi *et al.*, 1998) a diferencia del perifiton desarrollado sobre otras especies de macrófitas en ambientes lénticos (Luchini, 1973; 1974; Tell, 1971; 1972; 1973; 1977; 1979; Tell & Pizarro, 1984; Pozzobon & Tell, 1995; Tesolín & Tell, 1996). En el arroyo Las Flores, donde se realizó este estudio, Vilches & Giorgi (2008) encontraron que en condiciones de flujo estable, el perifiton es la comunidad más productiva del arroyo tanto en invierno como en verano. Asociados al perifiton, se han encontrado particularmente en primavera y verano, numerosos macroinvertebrados que se alimentan de esta comunidad. Los macroinvertebrados más abundantes sobre *E. densa*, son *Hyalella* sp. (Smith) y dos moluscos; *Uncancylus concentricus bonariensis* (Stroebel) y *Heleobia piscium* (d'Orbigny) (Giorgi & Tiraboschi, 1999) que consumen algas epífitas y alcanzan sus valores máximos en primavera (Giorgi, 1998). Por otro lado, sólo un molusco (*Pomacea canaliculata*), se alimentaría de *E. densa* pero en condiciones de deterioro de éste macrófito (Campagna, 2003). La riqueza de organismos asociados al perifiton así como la gran biomasa de herbívoros sustentada por esta comunidad, indican su relevancia en los ambientes pampeanos. Debido a su importancia en la base de la trama trófica destacada en Giorgi *et al.*, (2005), nuestro objetivo fue analizar los principales factores que inciden sobre la variación temporal de la biomasa de organismos epífitos desarrollados sobre *E. densa* en el arroyo Las Flores.

METODOLOGÍA

El arroyo Las Flores se sitúa en el noreste de la provincia de Buenos Aires y pertenece a la cuenca del río Luján (Fig. 1). Tiene las características destacadas previamente para la mayoría de

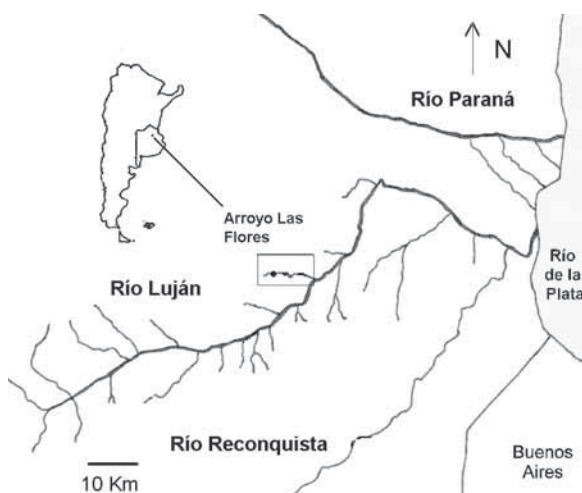


Figura 1. Situación del arroyo Las Flores en la cuenca del Río Luján. El arroyo se indica con un rectángulo y el sitio de muestreo con un punto. *Las Flores stream location in the Luján River Basin. The stream is indicated by a rectangle and the sampling site with a point.*

los arroyos pampeanos y presenta *stands* donde el único macrófito que se desarrolla es *E. densa*, que por otra parte se ha considerado la especie dominante del arroyo (Feijoó *et al.*, 1996). Todos los muestreos se realizaron en un tramo de 20 metros de longitud con amplio desarrollo de *E. densa*. Allí se tomaron 5 ápices de 15 cm de longitud de *E. densa* al azar, cuadriculando el tramo y usando una tabla de números al azar. Los ápices se colectaron introduciéndolos en recipientes de vidrio de modo de evitar la pérdida de material perifítico. Luego, los recipientes se llenaron con agua del arroyo previamente filtrada. Las muestras se trasladaron al laboratorio donde se extrajo el perifiton por agitación y desprendimiento con un pincel y lavando las hojas con agua filtrada. Mediante observación microscópica se comprobó que esta modalidad no produjo daño en las plantas acuáticas y permitió extraer más del 90 % de los organismos epífitos presentes sobre los macrófitos. Se midió el volumen del material obtenido mediante el lavado, y se filtró una alícuota de cada muestra en filtros Whatman GF/C para determinar la concentración de clorofila-*a* y feopigmentos por el método de Lorenzen (Aminot, 1983). Otra alícuota se filtró a través del mismo tipo de filtros previamente secados y pesados

para determinar el peso seco y el peso orgánico (Strickland & Parsons, 1972). Este seguimiento tuvo una frecuencia mensual y se realizó durante 21 meses entre los años 1993 y 1995.

En el sitio exacto donde se tomó cada muestra de perifiton, se registró la profundidad con una vara graduada, la velocidad del agua con un correntímetro General Oceanics y la conductividad con un conductímetro Parsec. Esto permitió registrar la variación estacional de esas características en el tramo seleccionado a la vez que recolectar información sobre su variabilidad en cada fecha de muestreo. Además, en cada sitio se extrajo una muestra de macrófitos para estimar la biomasa de *E. densa* y de la especie flotante *Lemna gibba* L, utilizando un cuadrado de 0.0625 cm². Las muestras se trasladaron al laboratorio donde se secaron en estufa a 105 °C para estimar el peso seco (Westlake, 1965).

En cada muestreo se tomaron muestras de agua para estimar la concentración de oxígeno disuelto por el método de Winkler, y para determinar las concentraciones de fosfatos por el método del ácido ascórbico y de nitratos por el de la columna de cadmio-cobre (APHA, 1995).

Los datos obtenidos fueron analizados gráficamente y mediante un análisis de componentes

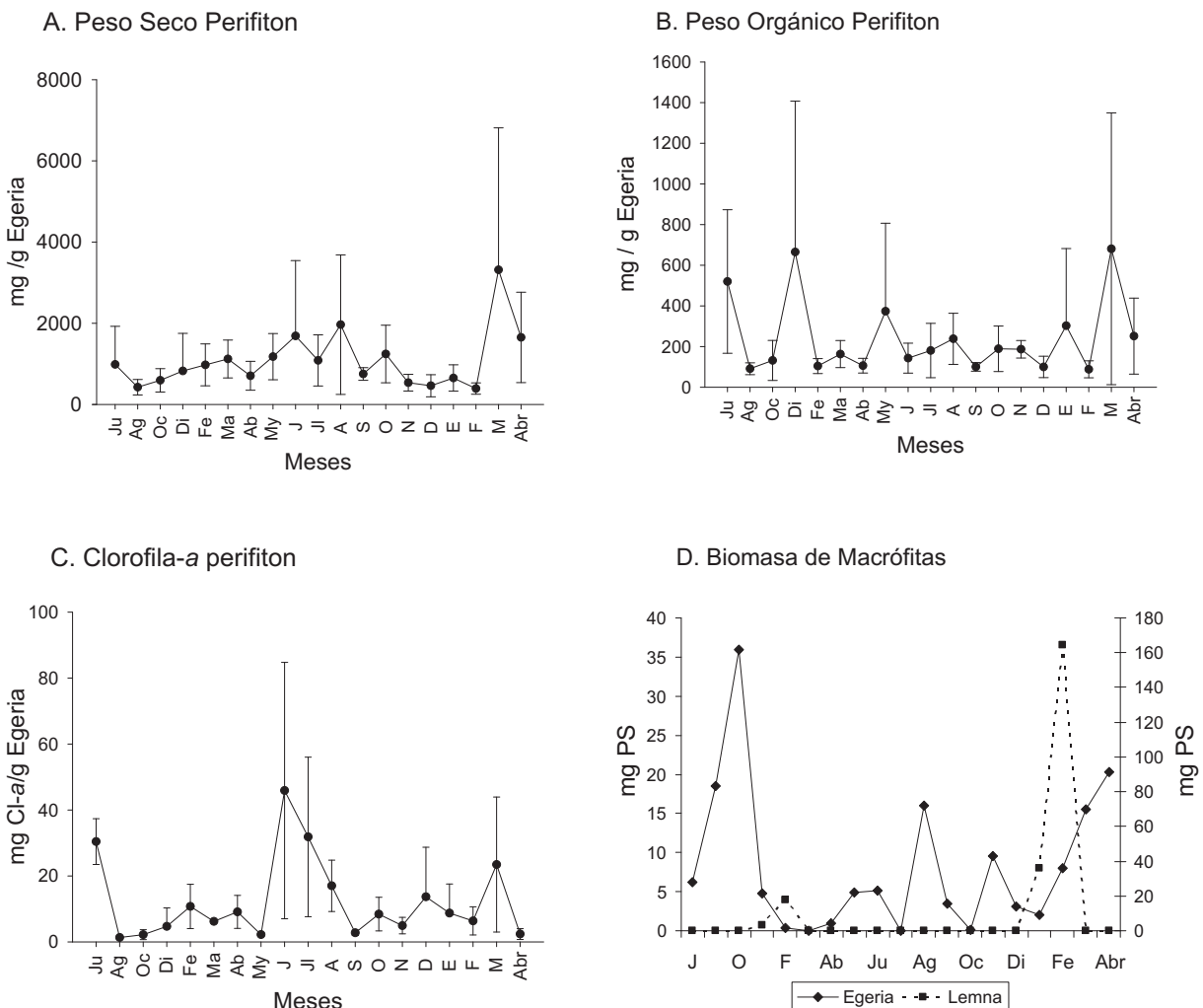
Tabla 1. Principales características fisicoquímicas y biológicas del arroyo Las Flores. Se indican los valores medios de todo el período de muestreo. El rango de variación está entre paréntesis. La media se obtuvo sobre 21 casos. *Principal physicochemical and biological characteristics of the Las Flores stream. Mean values of the entire sampling period are indicated. The variation range is indicated between brackets. The mean value was obtained from 21 cases.*

	Media (rango)
Profundidad (m)	0.57 (0.41-0.74)
Velocidad de Corriente (m/s)	0.05 (0.00-0.096)
Caudal (l/s)	30 (7-106)
Temperatura del agua (°C)	18.3 (12.5-24.1)
pH	7.90 (7.09-8.55)
P-PO ₄ (mg/l)	0.32 (0.05-0.97)
N-NO ₃ (mg/l)	5.82 (1.82-8.29)
Oxígeno disuelto (mg/l)	7.59 (3.69-11.16)
Conductividad (uS/cm ²)	812 (452-1081)
Biomasa de <i>Egeria densa</i> (gPS/m ²)	8.67 (0-35.99)
Biomasa de <i>Lemna gibba</i> (gPS/m ²)	8.70 (0-164.17)

principales luego de probar la normalidad de las variables. Para tener una visión sintética de la variación de biomasa en el período se calculó el índice de autotrofia (APHA, 1995) que es el cociente entre el peso orgánico y la clorofila-*a* del perifiton. Según APHA (1995), valores inferiores a 100 indican predominio de una comunidad autotrófica y valores superiores a 100 señalan una comunidad heterotrófica.

RESULTADOS

Las principales características fisicoquímicas y biológicas del arroyo Las Flores se presentan en la Tabla 1. Allí puede observarse que el arroyo presenta una alta conductividad y altas concentraciones de fosfatos y nitratos. Las aguas generalmente se hallaron bien oxigenadas con vegetación acuática tanto sumergida como flotante.



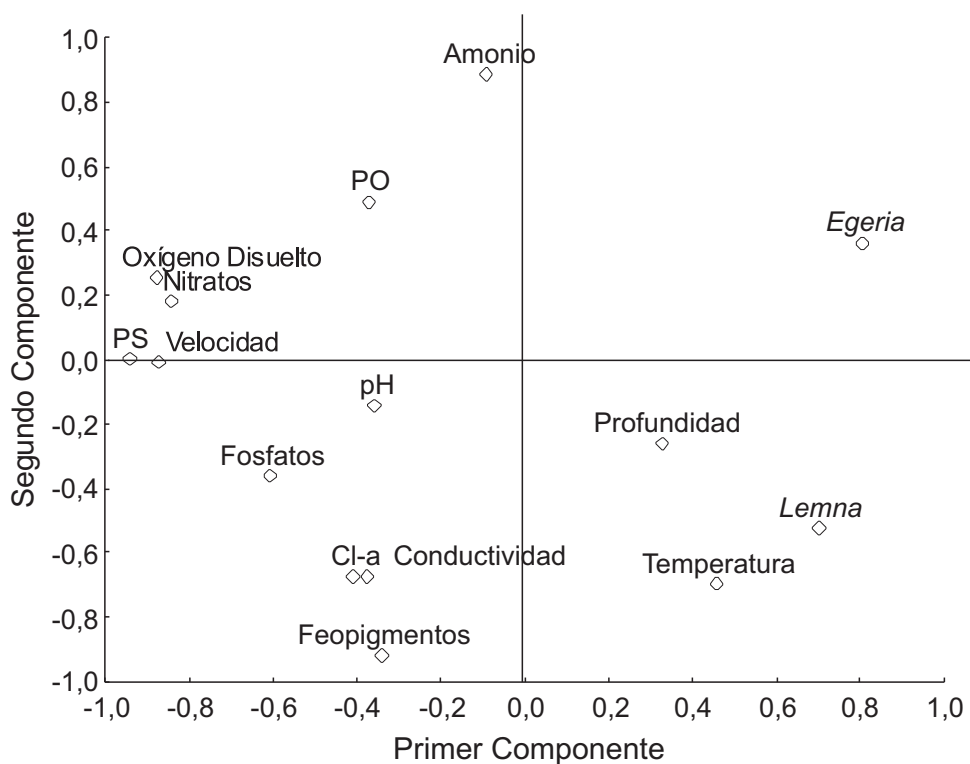


Figura 3. Situación en el plano definido por los dos primeros ejes de análisis de componentes principales correspondiente a las variables consideradas (PS: Peso seco perifiton; PO: Peso orgánico perifiton; CL-a: Clorofila-a perifiton). Situation in the plane defined by the first two axes of the main component analysis corresponding to the considered variables. (PS: Periphyton dry weight; PO: Periphyton organic weight; CL-a: Periphyton Chlorophyll-a).

La variación temporal de biomasa de perifiton y plantas acuáticas se presentan en la figura 2 (A-D). El peso seco, peso orgánico y la clorofila-a del perifiton presentan importantes variaciones en cada fecha de muestreo que en enmascaran en gran parte la variación estacional. (Fig. 2A, B y C) La comunidad de macrófitos estuvo dominada por *E. densa* aunque el rápido crecimiento de la flotante *L. gibba* produce su declinación en los meses más cálidos y de menor velocidad del agua (Fig. 2 D). La reducción de la luz que penetra al cuerpo de agua provocada por la presencia de *L. gibba* fue mayor al 90 % y resultó similar en ambos veranos dado que la cobertura alcanzó el 100 %, pese a la diferencia de biomasa (Giorgi & Malacalza, 1994).

Cabe destacar que, utilizando el coeficiente de correlación de Spearman, el peso seco del perifiton mostró una alta correlación con el peso

orgánico ($r = 0.88$, $p < 0.01$) y con la clorofila-a del perifiton ($r = 0.74$, $p < 0.01$). La interacción entre distintos factores se observa en el gráfico donde se representan los dos primeros ejes de un análisis de componentes principales (Fig. 3). Estos ejes explican el 64.06 % de la varianza. Altas biomasa de *E. densa* y *L. gibba*, ejercerían los principales efectos negativos sobre el desarrollo del perifiton ya que su incremento provoca mayor sombreado sobre el perifiton. Por otro lado, la mayor concentración de nutrientes (nitratos y fosfatos) se asocia con mayor biomasa de perifiton. La relación positiva entre el perifiton y la velocidad del agua se explicaría por los bajos rangos de velocidad del agua del arroyo ya que pequeños incrementos favorecerían la circulación de oxígeno y nutrientes.

El porcentaje de materia orgánica en las muestras de perifiton varía entre 10 y 80 % (Fig. 4A).

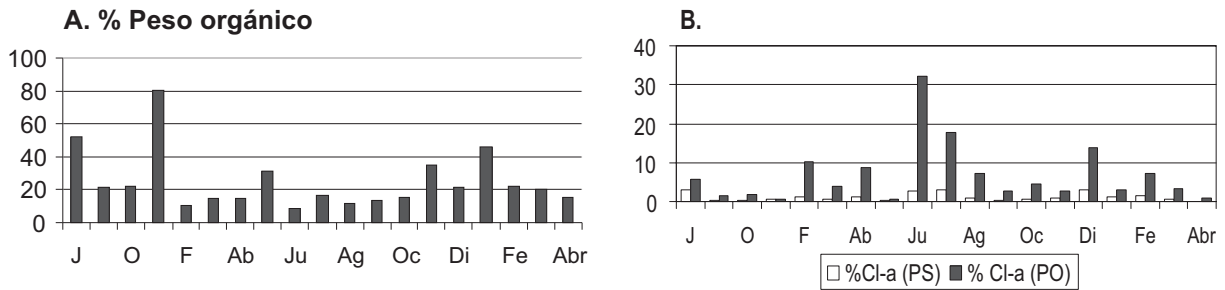


Figura 4. A) Porcentaje de materia orgánica en relación al peso seco total del perifiton. B) Porcentaje de Clorofila-a por gramo de peso seco (columnas blancas) y por gramo de peso orgánico de perifiton (columnas negras). A) *Organic matter percentage in relation to the total periphyton dry weight*. B) *Percentage of Chlorophyll-a per gram of periphyton dry weight (white columns) and per gram of periphyton organic weight (black columns)*.

El porcentaje de clorofila en relación al peso seco varía entre 0.10 y 3 % y entre 0.6 y 32 % en relación al peso seco orgánico (Fig. 4B).

Teniendo en cuenta la variación temporal del índice de autotrofia, se observa que existe una alternancia entre el predominio de características heterotróficas y autotróficas no asociada a la variación estacional (Fig. 5). La componente autotrófica es la dominante durante la mayor parte del año, con valores del índice menores a 100 que son indicativos del predominio de autótrofos. La heterotrofia parece estar asociada a la presencia de precipitaciones dado que la proporción de heterótrofos se incrementa después de fuertes lluvias.

DISCUSIÓN

En el arroyo estudiado se ha observado una mayor variabilidad de la biomasa del perifiton a nivel de sitio en una misma fecha de muestreo que en el transcurso del año; es decir, que la variabilidad espacial dentro del *stand* estudiado es más importante que la variabilidad estacional. La variabilidad temporal estaría principalmente asociada al desarrollo de la comunidad de macrófitos sumergidos y flotantes, y por lo tanto dependería indirectamente de factores físicos estacionales como la variación de la temperatura. En condiciones normales de caudal, el incremento

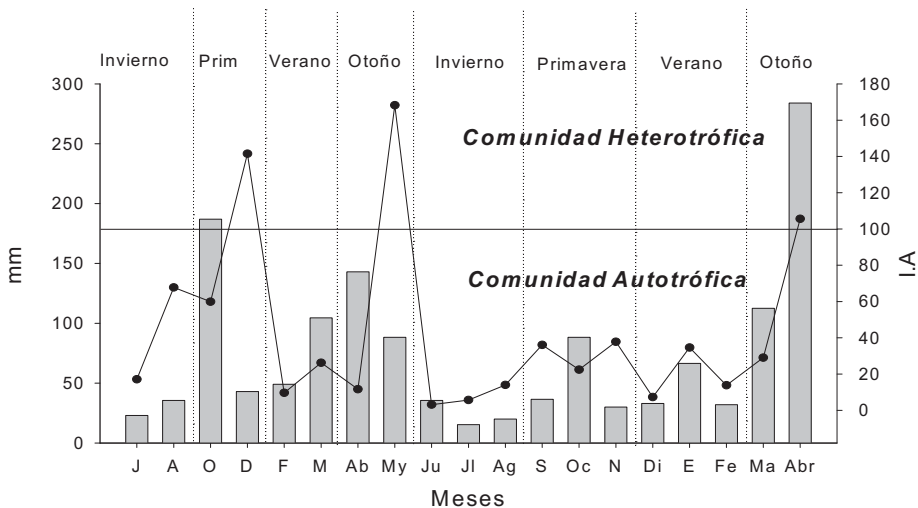


Figura 5. Precipitaciones mensuales (en mm) (columnas) y variación del índice de autotrofia (línea continua) para la comunidad perifítica en el período de 21 meses. *Monthly precipitation (in mm) (columns) and autotrophic index variation (continuous line) for the periphyton community in the 21-month period.*

de biomasa de *E. densa* y *L. gibba* reducen debido al sombreado, el desarrollo del perifiton, particularmente de aquellos organismos de movilidad nula o muy reducida. Cuando la biomasa de plantas es baja, el perifiton tiene un mayor desarrollo posiblemente favorecido por las altas concentraciones de nutrientes del arroyo, su circulación a velocidades bajas, y la ausencia de vegetación ribereña que impida la llegada de luz al cauce. Esto explicaría los mayores valores de clorofila-*a* y peso orgánico del perifiton estimados en este arroyo en relación a los reportados para arroyos de Europa y Brasil (Whitton *et al.*, 1991; Bicudo *et al.*, 1995). Estos factores junto a la baja velocidad de corriente permiten la colonización adecuada de organismos epifitos, que sólo se ven restringidos por el sombreado de los macrófitos o su arrastre promovido por precipitaciones fuertes. Apparently, el arroyo Las Flores presenta durante la mayor parte del año condiciones favorables para el desarrollo del perifiton en comparación con las condiciones halladas en otros ambientes estudiados (Sand-Jensen, 1989; Uehlinger, 1991).

Los cambios más importantes en la estructura de la comunidad en cuanto a su grado de autotrofia estarían asociados a la pluviosidad. En meses lluviosos se observó un aumento de la heterotrofia de la comunidad, que no necesariamente estaría asociada a cambios en la composición taxonómica, sino posiblemente a un incremento de la materia orgánica detrítica depositada por arrastre. Al aumentar el caudal con las tormentas, se resuspenden partículas orgánicas provenientes de la descomposición de las macrófitas que luego se depositan sobre las hojas de las plantas, reduciendo a su vez la incidencia de la luz para el perifiton autótrofo (Horner *et al.*, 1990). El índice de autotrofia muestra un predominio de los organismos autótrofos en relación a los heterótrofos durante la mayor parte del año en el arroyo Las Flores, aún cuando los controles ejercidos por la velocidad del agua y el sombreado puedan reducir el desarrollo de las algas del perifiton.

La presencia de una comunidad del perifiton autotrófica y con importantes niveles de biomasa permitiría sostener la abundante comunidad de herbívoros que ha sido reportada previamente en el arroyo Las Flores (Giorgi *et al.*, 1996; Casset

et al., 2001). Nuestros resultados también indican que el perifiton del arroyo sufre cambios rápidos y notables debido a las precipitaciones y cambios graduales asociados a las modificaciones provocadas por la respuesta de los macrófitos a la variación estacional de la temperatura.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración prestada por Paola Calviño y Martín Álvarez en la realización de los muestreos y las observaciones, correcciones y sugerencias realizadas por el editor y dos revisores anónimos. Este proyecto fue apoyado por la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (res.405/93).

BIBLIOGRAFÍA

- AMINOT, A. 1983. Dosage de la chlorophylle et des phéopigments par spectrophotometrie. In: *Manuel des analyses chimiques en milieu marin*: A. Aminot & M. Chaussied (eds.): 177-192. Centre National pour l'Exploitation des Océans, Québec.
- APHA 1995. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association. Washington D.C. 1196 pp.
- BICUDO, D. C., O. NECCHI JR, & C. B. CHAMIXAES 1995. Periphyton Studies in Brazil: Present status and perspectives. In: *Limnology in Brazil*: J. G. Tundisi, C. E. M. Bicudo & T. M. Tundisi (eds.): 37-58. Brazilian Academy of Sciences-Brazilian Limnological Society.
- CAMPANA, G. 2003. *Efecto de Pomacea canaliculata (Gastropoda: Ampullaridae) sobre el perifiton*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de Luján. 89 pp.
- CASSET, M. A., F. R. MOMO & A. D. N. GIORGI. 2001. Dinámica poblacional de dos especies de anfípodos y su relación con la vegetación acuática en un microambiente de la cuenca del río Luján (Argentina). *Ecología Austral*, 11: 79-85.
- CLAPS, M. C. 1991. Diatom communities on aquatic macrophytes of pampasic lotic environments (Argentina). *Acta Hydrobiol.*, 33: 195-208.
- CUSHING, C. E. 1967. Periphyton productivity and radionuclide accumulation in the Columbia River, Washington, U.S.A. *Hydrobiologia*, 29: 125-139.

- CUSHING, C. E., G. W. CUMMINS, G. W. MINS-HALL & R. L. VANNOTE. 1983. Periphyton, Chlorophyll-*a*, and diatoms of the Middle Fork of the Salmon River, Idaho, *Holarctic Ecology*, 6: 221-227.
- FEIJOÓ, C. 2000. *Ciclo de vida y dinámica poblacional de Egeria densa Planch. en un arroyo de llanura*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata. 168 pp.
- FEIJOÓ, C., F. MOMO, C. BONETTO & N. TUR. 1996. Factors influencing the biomass and nutrient content of the submersed macrophyte *Egeria densa* Planch. in a pampasic stream. *Hydrobiologia*, 341: 21-26.
- FEIJOÓ, C. & R. J. LOMBARDO. 2007. Baseline water quality and macrophyte assemblages in Pampean streams: a regional approach. *Water Research*, 41: 1399-1410.
- GANTES, H. P. 2000. *Estructura y dinámica de la vegetación en arroyos de llanura*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata. 136 pp.
- GIORGI, A. 1998. *Factores reguladores del fitobentos de arroyos de llanura*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata. 173 pp.
- GIORGI, A. & L. MALACALZA. 1994. Biomass variation of phytobenthos in a plain stream. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 25: 1883-1887.
- GIORGI, A., G. PONCIO, F. DUTWEILER, F. MARTINELLI & C. FEIJOÓ. 1996. Variación estacional de la abundancia de moluscos y anfípodos en un arroyo de llanura. *VI Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales*. La Pampa, Argentina: 36-37.
- GIORGI, A., C. FEIJOÓ, P. CALVIÑO & F. DUTWEILER. 1998. Annual variation of periphyton biomass in two plain streams with different macrophyte abundance. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26: 1698-1701.
- GIORGI, A. & B. TIRABOSCHI. 1999. Evaluación experimental del efecto de dos grupos de macroinvertebrados (anfípodos y gasterópodos) sobre algas epífitas. *Ecología Austral*, 9: 35-44.
- GIORGI, A., C. FEIJOÓ & H. G. TELL. 2005. Primary producers in a Pampean stream: Temporal variation and structuring role. *Biodiversity and Conservation*, 14: 1699-1718.
- GUASCH, H., E. MARTÍ & S. SABATER. 1995. Nutrient enrichment effects on biofilm metabolism in Mediterranean streams. *Freshwater Biology*, 33: 373-383.
- HILL, B. H. & J. R. WEBSTER. 1982. Periphyton production in an Appalachian river Southeastern U.S.A. *Hydrobiologia*, 97: 275-280.
- HORNER, R. R. & E. B. WELCH. 1981. Stream periphyton development in relation to current velocity and nutrients. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 38: 449-457.
- HORNER, R. R., E. B. WELCH, M. R. SEELEY & J. M. JACOBY. 1990. Responses of periphyton to changes in current velocity, suspended sediment and phosphorus concentration. *Freshwater Biology*, 24: 215-232.
- LUCHINI, L. 1973. Contribución al estudio de la flora perifítica diatómica del lago Mascardi. (Provincia de Río Negro). I. *Physis*, 32: 223-242.
- LUCHINI, L. 1974. Diatomeas epífitas de algunas macrófitas del lago Situación (Prov. Chubut). *Physis*, 33: 127-139.
- POZZOBON, M. V. & G. TELL. 1995. Estructura y dinámica de la comunidad perifítica sobre *Ricciocarpos natans* (Hepaticae) de la Laguna de los Padres (Buenos Aires, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 30: 199-208.
- ROMANÍ, A. 2001. *Biofilms Fluvials*. Institut d'Estudis Catalans d'Ecologia, Arxius de les Seccions de Ciències, Secció de Ciències Biològiques. Barcelona. 254 pp.
- SACCHI, L. N. 1983. Perifiton de un ambiente lenítico de la llanura aluvial del río Paraná medio. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral*, 14: 149-161.
- SAND JENSEN K., D. BORG & H. JEPPESEN. 1989. Biomass and oxygen dynamics of the epiphyte community in a Danish lowland stream. *Freshwater Biology*, 22: 431-444.
- STEVENSON, R. J., M. L. BOTHWELL & R. L. LOWE. 1996. *Algal Ecology*. Academic Press. California, USA. 753 pp.
- STRICKLAND, L. D. & F. R. PARSONS. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.* 167, 310 pp.
- TELL, G. 1971. *Estudio taxonómico del perifiton de las lagunas Chascomús, El Burro, Yalca, y Vitel* (Prov. de Buenos Aires, República Argentina). Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de La Plata. 140 pp.
- TELL, G. 1972. Algas epífitas de las lagunas de Chascomús. El Burro, Yalca y Vitel (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Darwiniana*, 17: 552-567.
- TELL, G. 1973. Cyanophytas epífitas de las lagunas de Chascomús, El Burro, Yalca y Vitel (Provincia de Buenos Aires). *Darwiniana*, 18: 129-152.

- TELL, G. 1977. Estudios ecológicos sobre las algas epífitas de *Ricciocarpos natans*. *Ecosur*, 4: 117-135.
- TELL, G. 1979. Chlorophyceae epifitas y epizoicas de agua dulce de Tierra del Fuego. Algunas características ecológicas. *Ecosur*, 6: 1-23.
- TELL, G. & H. PIZARRO. 1984. Tribophyceae asociadas a *Azolla caroliniana* Willd de la Provincia de Corrientes (Argentina). *Cryptogamie Algologie*, 4: 171-188.
- TESOLÍN, G. & G. TELL. 1996. The epiphytic algae on floating macrophytes of a Paraná river floodplain lake. *Hydrobiologia*, 333: 111-120.
- UEHLINGER, U. 1991. Spatial and temporal variability of the periphyton biomass in a prealpine river (Necker, Switzerland). *Arch. Hydrobiol.*, 123: 219-237.
- VILCHES, C. & A. GIORGI. 2008. Metabolismo de productores de un arroyo pampeano *Biología Acuática*, 24: 87-93.
- WESTLAKE, D. F. 1965. Some Basic data for investigation on the productivity of aquatic macrophytes. *Mem. Inst. Ita. Idrobiol.*, 18: 229-248.
- WETZEL, R. G. 1983. *Limnología*. Omega. Barcelona. 1006 pp.
- WHITTON, B. A., E. ROTT & G. FRIEDRICH (Eds.) 1991. *Use of algae for monitoring rivers*. Institut für Botanik, Universität Innsbruck, Innsbruck, Austria. 193 pp.